BÁO CÁO SỰ CỐ PHÓNG VỆ TINH OLUPERS-Ⅲ

MR-REP-2025-OLP3-FAILURE
MP-FC-OLP3-0226-A1

Cơ quan thực hiện: Moupers – Tổ chức Đa quốc gia về Thám hiểm, Nghiên cứu và Khoa học Hành tinh
Tên dự án: Olupers-Ⅲ
Thời gian phóng: 02:47 UTC, ngày 26 tháng 3 năm 2025
Địa điểm phóng: Tổ hợp phóng MOUP-2, Trạm không gian MOUP-1 (quỹ đạo thấp)

I. TỔNG QUAN VỀ DỰ ÁN OLUPERS

1.1 Mục tiêu của vệ tinh Olupers-Ⅲ

Olupers-Ⅲ là vệ tinh thế hệ thứ ba thuộc chuỗi vệ tinh quan sát tầng trung khí (mesosphere) và tầng nhiệt (thermosphere) của Trái Đất. Mục tiêu chính:

- Đo lường mật độ không khí ở rìa ngoài khí quyển.
- Theo dõi sự thay đổi mật độ tầng ion và ảnh hưởng đến liên lạc vô tuyến.
- Thu thập dữ liệu ảnh hồng ngoại và tia X từ bức xạ Mặt Trời phản xạ lên tầng trên khí quyển.

1.2 Cấu hình kỹ thuật

- **Khối lượng khởi điểm:** 672 kg
- **Cấu trúc chính:** Titan hợp kim nhẹ với lớp phủ ceramic chống bức xạ
- **Hệ thống đẩy:** Vi động cơ plasma để điều chỉnh quỹ đạo
- **Thời gian vận hành dự kiến:** 3 năm
- **Quỹ đạo mục tiêu:** 460 km độ cao, quỹ đạo đồng bộ Mặt Trời nghiêng 97.6°

II. QUÁ TRÌNH PHÓNG VỆ TINH

2.1 Chuẩn bị và kiểm định

Quá trình thử nghiệm trước phóng kéo dài 14 ngày, bao gồm:

- Kiểm tra điện tử, cảm biến, hệ thống định vị GNSS.
- Nạp năng lượng lần cuối tại MOUP-1.
- Kiểm thử hệ thống vi động cơ plasma trong môi trường chân không mô phỏng.

Tất cả hệ thống được xác nhận đạt yêu cầu trước giờ G-12 tiếng.

2.2 Trình tự phóng

- **T+0:** Vệ tinh được đẩy ra khỏi module phóng bằng cơ cấu lò xo định hướng.
- **T+92 giây:** Tín hiệu xác nhận từ bộ định vị GNSS cho biết vệ tinh đang ở độ cao 189 km.
- **T+230 giây:** Hệ thống định hướng bắt đầu hiệu chỉnh quỹ đạo, đạt vận tốc 7.48 km/s.
- **T+376 giây:** Hệ thống đẩy plasma được kích hoạt để ổn định quỹ đạo.

III. SỰ CỐ XẢY RA

3.1 Dấu hiệu đầu tiên

Tại **T+579 giây**, trung tâm điều khiển mất tín hiệu định vị quỹ đạo. Dữ liệu dự phòng từ cảm biến quán tính cho thấy tốc độ rơi tự do đang tăng nhanh bất thường. Độ cao đo được chỉ còn **159 km**, thấp hơn mức duy trì quỹ đạo ổn định.

3.2 Cố gắng khôi phục

Hệ thống điều khiển tự động phát lệnh kích hoạt vi động cơ plasma để nâng quỹ đạo khẩn cấp. Tuy nhiên, dữ liệu sau đó cho thấy **áp suất buồng đẩy thấp hơn mức yêu cầu**, dẫn đến mất hiệu lực.

3.3 Thời điểm thất bại

Từ T+603 đến T+741 giây, vệ tinh rơi vào vùng khí quyển đậm đặc hơn và chịu ma sát nhiệt độ cao. Ở **T+742 giây**, tín hiệu nhiệt lượng tăng vọt, vượt qua ngưỡng 1.700°C. Hệ thống kiểm soát ghi nhận **nhiệt phân toàn bộ vỏ ngoài**.

Cuối cùng, vệ tinh **bốc hơi hoàn toàn ở độ cao 104 km**, tan rã trong tầng trung khí.

IV. NGUYÊN NHÂN

4.1 Nguyên nhân chính

- **Sự cố mất áp suất trong buồng đẩy plasma** khiến việc duy trì độ cao không được thực hiện.
- Phân tích ban đầu cho thấy **van cấp khí nén chính bị đóng sớm do lỗi phần mềm điều khiển**, khiến động cơ không có đủ nhiên liệu hoạt động.

4.2 Yếu tố phụ

- Hệ thống cảm biến định vị GNSS mất tín hiệu do nhiễu từ bức xạ Mặt Trời mạnh tại thời điểm phóng.

- Không có hệ thống đẩy phụ để hỗ trợ điều chỉnh quỹ đạo khẩn cấp (do giới hạn trọng lượng).

V. HẬU QUẢ

- **Tổn thất tài chính:** Ước tính 79 triệu USD (bao gồm chi phí vệ tinh, phóng và nghiên cứu).
- **Tác động dữ liệu:** Moupers mất đi một chuỗi quan trắc khí quyển đang cần thiết cho mô hình dự báo thời tiết không gian.
- **Tác động niềm tin:** Một số đối tác trong liên minh châu Á yêu cầu xem xét lại tiến độ các vệ tinh Olupers kế tiếp.

VI. HƯỚNG KHẮC PHỤC

1. **Thay đổi thuật toán kiểm soát van khí nén**, thêm cơ chế kiểm tra kép trước khi đóng van.
2. **Thiết kế lại động cơ với cảm biến áp suất nội bộ**, cho phép tự động phát hiện lỗi buồng đẩy.
3. **Cân nhắc bổ sung hệ thống đẩy phụ bằng nhiên liệu lỏng nhẹ**, cho các tình huống khẩn cấp.
4. **Mô phỏng nghiêm ngặt hơn các kịch bản mất tín hiệu GNSS** dưới bức xạ cao.
5. **Tăng cường chế độ kiểm thử tại trạm MOUP-1**, kéo dài thêm 3 ngày với môi trường mô phỏng thất bại liên tục.

VII. KẾT LUẬN

Sự cố của vệ tinh Olupers-Ⅲ là một bài học đắt giá, nhưng quý giá cho hành trình chinh phục không gian của Moupers. Sự thất bại không làm chậm lại sứ mệnh mà chỉ nhấn mạnh nhu cầu cẩn trọng hơn. Phiên bản **Olupers-IV**, dự kiến phóng vào quý IV năm 2025, sẽ mang theo các cải tiến nêu trên – cùng quyết tâm của Moupers:

"Space is a mirror—reflecting what we dare to dream and dare to do."

Chữ ký xác nhận:

Tiến sĩ Arlen Juhara – Giám đốc Bộ phận An toàn Không gian
Cơ quan Moupers – Trụ sở Quỹ đạo MOUP-1